
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



MODIFICACIONES ESTRUCTURALES DEL INTESTINO DEL CERDO
INDUCIDAS POR EL USO DE ENSILADO DE PESCADO
COMO ALTERNATIVA DE SUPLEMENTACION
PROTEICA EN LA DIETA.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A :
CLAUDIA AGUIRRE PEREZ

DIRECTOR: M.C. ESTHER ALBARRAN RODRIGUEZ

A S E S O R :
M.C. JUAN MORA GALINDO
M.C. JOAQUIN GARCIA ESTRADA

GUADALAJARA, JAL.

AGOSTO 1993



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS

Expediente

Número 854/89

SRITA. CLAUDIA AGUIRRE PEREZ
P R E S E N T E . -

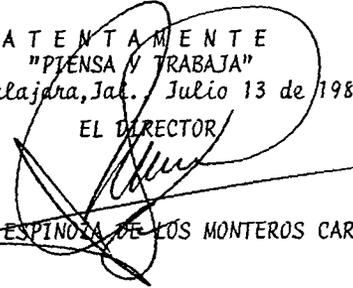
Manifiesto a usted que con esta fecha ha sido aprobado el -
tema de Tesis "MODIFICACIONES ESTRUCTURALES DEL INTESTINO DEL CERDO IN
DUCIDAS POR EL USO DE ENSILADO DE PESCADO COMO ALTERNATIVA DE SUPLEMEN
TACION PROTEICA EN LA DIETA" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo informo a usted que ha sido aceptado como -
Director de dicha Tesis al M.en C. Juan Mora Galindo.



FACULTAD DE CIENCIAS

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
Guadalajara, Jal. Julio 13 de 1989
EL DIRECTOR


ING. ADOLFO ESPINOZA DE LOS MONTEROS CARDENAS

EL SECRETARIO


M. EN C. ROBERTO MIRANDA MEDRANO

c.e.p. El M.en C. Juan Mora Galindo, Director de Tesis.-Pte.
c.c.p. El expediente de la alumna.

DR. EULOGIO PIMIENTA BARRIOS
Director de la Facultad de
Ciencias Biológicas de la
Universidad de Guadalajara.
P R E S E N T E.

Apreciable Doctor Pimienta, por este conducto me permito informarle que la P. de Biología CLAUDIA AGUIRRE PEREZ (Código 082195963) ha concluido satisfactoriamente el trabajo de tesis: "Modificaciones estructurales del intestino del cerdo inducidas por el uso de ensilado de pescado como alternativa de suplementación proteica en la dieta", bajo mi dirección.

Por lo anterior, solicito a Ud. su autorización a fin de programar la presentación de su examen de tesis y profesional.

Sin otro particular, reciba mi mas cordial saludo.

ATENTAMENTE
Guadalajara, Jalisco Agosto 1993


M. en C. Esther Albarrán Rdgz
Profesor-Investigador FMVZ.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Carmen y Javier

Con cariño y profundo agradecimiento, por su esfuerzo, ilusión, empeño con que han colaborado en mi formación integral como profesional y hasta hoy continúan...Que Dios me de la gracia para saber corresponder.

A MIS HERMANOS:

Por su colaboración, apoyo constante que me brindaron especialmente a lo largo de mi carrera y elaboración de la tesis.

A MI DIRECTOR:

ESTHER

A su constante y apreciable seguimiento, orientación, paciencia. Su gran apoyo para culminar mi formación profesional.

A MIS ASESORES:

M. en C. Juan Mora Galindo
M. en C. Juan García Estrada

Por su guía y precisas observaciones para la finalización de este trabajo.

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA Y FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLOGICAS

Gracias por darme la oportunidad de finalizar mi carrera profesional.

AL DPTO. DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE M.V.Z.

Por permitirme la realización del presente trabajo.

GENO:

Gracias por su cordial y desinteresada amistad,
motivación e impulso para concluir la presente tesis.

A todos las personas que de alguna forma participaron
en la terminación de la tesis.

EL PRESENTE TRABAJO FUE REALIZADO EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION CIENTIFICA DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA BAJO LA DIRECCION DE M. EN C. ESTHER ALBARRAN RODRIGUEZ.

INDICE

Contenido	Página
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Planteamiento del problema.....	8
Hipótesis.....	9
Objetivos.....	10
Materiales y Métodos.....	11
Resultados.....	13
Discusión.....	29
Conclusiones.....	36
Bibliografía.....	37

RESUMEN

Para estudiar los efectos del ensilado de pescado sobre la morfología del intestino delgado y grueso se utilizaron 22 cerdos de 37.5 Kg de peso inicial, se dividieron en tres grupos experimentales de 6 animales cada uno, que recibieron dieta con ensilado de pescado al 15, 30 y 45 % en sustitución de proteína total, los cerdos restantes recibieron dieta convencional (base sorgo/soya). A los 80 Kg de peso, de la mitad de los cerdos se obtuvieron muestras de duodeno, yeyuno, ileón, ciego y colon. En los demás animales se suprimió el ensilado hasta los 105 Kg de peso corporal, para repetir el muestreo. Los segmentos intestinales se procesaron histológicamente y se obtuvieron cortes de 3-5 μm de espesor que fueron teñidas con HE y P.A.S. para el análisis descriptivo semicuantitativo en microscopio de luz.

Los principales cambios se presentaron en intestino delgado, se redujo el espesor de la pared intestinal, y el número de células absortivas. En duodeno se encontró un aumento en el número y tamaño de vellosidades así como de su población caliciforme. En la segunda etapa permaneció disminuido el espesor de la pared intestinal y la altura de vellosidades, sin embargo el número de vellosidades fue semejante al del grupo control. El ensilado de pescado al parecer modificó la morfología intestinal en forma diferente para las distintas regiones, algunos de estos cambios se revirtieron al suministrarse el alimento normal, esto demuestra la plasticidad intestinal por efecto de la dieta.

INTRODUCCION

El cerdo es una especie pecuaria de gran importancia económica por su alta conversión alimenticia lograda mediante manejo genético, es un animal originalmente carnívoro descendiente del jabali europeo cuya clasificación taxonómica es la siguiente:

- Reino Animal
- Phylum Chordata
- Subphylum Vertebrata
- Superclase Gnasthotomata
- Clase Mamalia
- Subclase Theria
- Infraclase Eutheria
- Orden Perisodactilos
- Suborden Suiformes
- Familia Suidae
- Genero Sus
- Especie Sus scrofa domesticus (1)

El cerdo actual difiere de los cerdos de generaciones pasadas en lo que respecta a la composición histica, estructural y química de su cuerpo como resultado de un reacondicionamiento del metabolismo intermedio (relacionado con el metabolismo energético y del nitrógeno) (2). No obstante lo anterior, el desarrollo morfológico visceral de esta especie no ha sido suficientemente estudiado, particularmente el tubo digestivo, a pesar de que estos tejidos han sido de los más afectados tanto por la influencia genética como por distintos factores dietéticos, de lo que resultan

diversas patologías entéricas de severidad variable que afectan a los animales en distintas etapas (2).

En el tracto digestivo sucede la degradación de los alimentos ingeridos, a partir de los cuales se obtiene la energía necesaria para mantenimiento, renovación y crecimiento. El cerdo actual es omnívoro, por lo que su anatomía digestiva está adaptada a la naturaleza y composición de los alimentos ingeridos, su sistema digestivo está más altamente diferenciado en comparación con el de otros animales monogástricos (2,3) (Cuadro No. 1).

La pared intestinal consta de cuatro capas que del exterior al lumen son: serosa, muscular, submucosa y mucosa. La primera también conocida como adventicia o túnica serosa está compuesta por mesotelio y tejido conjuntivo laxo que cubre completamente el tubo alimentario. La muscular presenta dos arreglos de músculo liso longitudinal y circular.

La submucosa se encuentra entre la muscular interna y la mucosa, consiste de tejido conectivo, posee una red de vasos sanguíneos y linfáticos y está inervada por fibras nerviosas y los plexus de Meissner (4,5,6).

La mucosa consta de: a) muscular mucosa, b) lámina propia y c) revestimiento epitelial monoestratificado cilíndrico (2,7). La histología del tubo digestivo varía con la edad y el tipo de alimentación. El estómago es de forma oval, su mucosa contiene numerosas glándulas tubulares (8). En el cerdo tarda aproximadamente un día en vaciarse completamente después que sucede la degradación de almidones catalizada por la amilasa salival, la hidrólisis puede continuar activamente hasta un pH de 4.5, esta fase se conoce como amilolítica. Sobre los carbohidratos actúan

CUADRO No.1 Longitud de las diferentes partes del intestino de varias especies, determinadas en la autopsia. (3).

Animal	Región Intestinal	Longitud Relativa	Longitud absoluta (metros)	Relación entre la longitud del cuerpo y la del intestino
Caballo	Intestino delgado.	75	22,44	1:12
	Ciego	4	1,100	
	Colon replegado	11	3,39	
	Colon flotante	10	3,00	
TOTAL		100	29,91	
Cerdo	Intestino delgado	78	28,29	1:14
	Ciego	1	0,23	
	Colon	21	4,99	
TOTAL		100	23,51	
Perra	Intestino delgado	35	4,14	1:6
	Ciego	2	0,08	
	Colon	13	0,60	
TOTAL		100	4,82	
Gato	Intestino Delgado	83	1,72	1:14
	Intestino grueso	17	0,35	
	TOTAL	100	2,07	

otras enzimas que también se activan para desdoblar almidones y otros polisacáridos a disacáridos y monosacáridos.

Posteriormente continua la fase amiloproteolítica, por acción de la pepsina, las proteínas son degradadas a polipéptidos (9). El intestino delgado consta del duodeno, que representa una porción fija y el yeyuno e ileon que son móviles, entre estos no se aprecian diferencias anatómicas. El ileón se une al ciego mediante el ligamento ileocecal (2,10). En el intestino delgado se distinguen dos zonas bien diferenciadas; las criptas de Liberkhún y las vellosidades, en las primeras sucede proliferación y maduración de las células columnares de absorción y de las caliciformes o mucosecretoras, se observan las células enterocromafines (que representa solo el 0.5%) y Paneth, figuras mitóticas y células indiferenciadas. En las vellosidades están presentes principalmente células absotivas y caliciformes en menor proporción (11).

El intestino grueso no posee las vellosidades características del intestino delgado, en su lugar existen pliegues de mucosa cuya principal función es excretora.

El ciego y colon son órganos relativamente grandes. La secreción glandular mucosa no es muy abundante, está presenta mucina, pero no existen enzimas digestivas en cantidades significativas. La digestión continua en el intestino grueso por acción de las enzimas bacterianas, por la fermentación se forman sustancias residuales microbianas con valor alimenticio para el cerdo. El colon participa activamente en la absorción de agua y electrolitos del contenido intestinal, como el último proceso antes de la evacuación (9).

El tracto digestivo del cerdo presenta características que

permiten aprovechar eficientemente una gran diversidad de alimentos como harinas de carne, hueso, pescado, sangre, granos, cereales y leguminosas (12).

Recientemente se han utilizado ingredientes no convencionales para su alimentación, como pulpa de cítricos, cerdaza y ensilados entre otros. Con estos se pretenden complementar los requerimientos nutritivos, proteicos y energéticos de los animales para que suceda la renovación de tejidos durante el crecimiento y reparación del desgaste tisular, mediante el aprovechamiento de fuentes alternas de nutrientes. La deficiencia de proteínas provoca reducción del crecimiento y pérdida de peso de los animales (13).

La harina de pescado es una fuente proteica importante de calidad variable según su origen y el método de elaboración, el contenido de proteína cruda va de un 55 a 72%, se utiliza regularmente para la alimentación de cerdos, sin embargo debido al precio elevado solo se incluyen en un 5 a 30% en la dieta, otra desventaja es que en elevados porcentajes confieren a los cerdos el olor típico a pescado (13).

En algunos países como Cuba y Alemania se aprovechan los desperdicios de pescado provenientes de la fauna de acompañamiento marino o de fileteado de pescado, mediante la preparación de ensilados (preservaciones ácidas), son compuestos líquidos, microbiológicamente estables que pueden prepararse con pescados enteros o desperdicios de estos. Se basan en la acción hidrolizante del ácido sulfúrico o de mezclas de este con otros ácidos débiles. La licuafación del material se potencializa por enzimas autolíticas de los peces (14-17).

Se han logrado buenos resultados por el uso de ensilaje de

pescado como suplemento proteico alimenticio con respecto a la conversión alimenticia, aumento de peso y canal desprovista de olor a pescado (18)., sin embargo los efectos sobre la morfología del tubo digestivo no han sido estudiados, a pesar de lo importante que resulta la comprensión de las modificaciones estructurales y/o funcionales del epitelio de revestimiento intestinal en respuesta a la composición química del esilado de pescado, con esto puede aumentarse la información sobre distintos trastornos digestivos de origen alimenticio, así como de los mecanismos adaptativos celulares para el aprovechamiento de un compuesto proteico no convencional (14).

Por lo anteriormente expuesto se planteo el presente estudio semicuantitativo a nivel de microscopia de la luz, para analizar histológicamente los efectos de tres niveles de inclusión de ensilado de pescado en la dieta de cerdos para abasto.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a que durante el desarrollo posnatal se producen cambios funcionales y estructurales en el tracto digestivo del cerdo directamente asociados con la composición de la dieta, resulta importante estudiar los efectos que se producen en el arreglo histológico normal de este órgano, como consecuencia del consumo de un ingrediente ácido no convencional (ensilado de pescado) en diferentes niveles de inclusión, de esta manera se podrán evidenciar los gradientes tisulares de respuesta, así como la capacidad de recuperación a la normalidad cuando se suprima el estímulo. Con ello se comprenderá mejor el desarrollo de patologías entéricas de origen alimenticio, y se podrá determinar la posibilidad de incorporar distintos ingredientes alternativos en la alimentación de esta especie, que no provoquen modificaciones estructurales.

HIPOTESIS

La citoarquitectura del intestino de cerdos se modifica por efecto de la inclusión de ingredientes no convencionales como el ensilaje de pescado y que se pueden analizar semicuantitativamente con microscopia de luz.

OBJETIVO GENERAL

Analizar semicuantitativamente las alteraciones estructurales en el intestino del cerdo por la influencia de ensilaje de pescado.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Realizar un estudio histológico descriptivo del intestino de cerdos de 80 ± 10 Kg de peso que previamente recibieron distintos niveles de suplementación proteica con ensilado de pescado, así como del grupo control.
- 2.- Estudiar las modificaciones adaptativas que suceden en el tubo digestivo de cerdos originalmente alimentados con la dieta experimental y que posteriormente recibieron alimento convencional hasta los 105 ± 10 Kg de peso en que se sacrificaron.
- 3.- Establecer las variaciones que suceden en la proporción normal de las principales estirpes celulares epiteliales (columnares, caliciformes y figuras mitóticas) por unidad lineal, en los distintos animales y regiones intestinales.
4. Definir la longitud y número de las criptas y vellosidades por unidad lineal en duodeno, yeyuno, ileon, ciego y colon de cerdos control y experimentales.
5. Establecer el espesor promedio de las capas que componen la pared intestinal en todos los animales.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 22 cerdos hibridos Duroc-Hampshire de diferente sexo provenientes de distintas camadas, de 60 días de edad y con peso promedio de 37.567 Kg. El grupo control consistio de cuatro animales que se alimentaron durante todo el periodo experimental con una dieta base sorgo-soya. Los 18 animales restantes se distribuyeron al azar en tres grupos experimentales de 6 unidades, cada grupo recibió una dieta en la cual se sustituyó el nivel de proteína con ensilado de pescado en un 15, 30 y 45% respectivamente. Antes de suministrar la dieta se establecio un periodo de adaptación para cada uno de los grupos mediante la incorporación gradual del 25% de cada nivel de sustitución del ensilado, cada 4 días, hasta completar cada uno de los niveles mencionados, con la finalidad de evitar diarrea mecánica por un cambio brusco de la dieta. Las dietas control y experimentales se ofrecieron a libre acceso por separado hasta que los cerdos alcanzaron un peso de 80 Kg, entonces se sacrificaron tres animales de cada grupo experimental y 2 del grupo control, se obtuvieron las muestras de las regiones intestino delgado y grueso.

Inmediatamente después del sacrificio se separaron pequeños fragmentos del duodeno, yeyuno, ileon, ciego y colon, todos los tejidos se fijaron por inmersión en solución Bouin durante 24 h a temperatura ambiente, luego se enjuagaron en agua corriente durante 1 a 2 horas.

Despues se diseccionaron segmentos de 1 cm , se deshidrataron en series crecientes de etanol para aclararlos en xilol y se incluyeron en parafina.

De todos los bloques se obtuvieron cortes de 3-5 μm de espesor. Para la inclusión en parafina el tejido se orientó en sentido longitudinal, por lo que se pudo observar el arreglo celular de los diferentes estratos en su mayor extensión. Se tiñeron los cortes con hematoxilina-eosina y P.A.S. (Acido peryódico de Schiff) .

El análisis semicuantitativo consistió en la identificación de las células caliciformes, columnares y figuras mitóticas presentes en el epitelio del revestimiento intestinal por unidad de longitud (75 μm) en la zona media de vellosidades, mediante la observación directa de los cortes en un microscopio (Wild) con el objetivo 40 x y con la ayuda de un micrómetro lineal (Zeiss CPLW 10 x).

Este último también se utilizó para determinar el espesor de las capas intestinales, así como el número de criptas, vellosidades y longitud de las mismas con el objetivo 10 x.

Antes de la etapa de cuantificación se realizó un análisis descriptivo de la citarquitectura del tubo digestivo para identificar los posibles cambios por la utilización del ensilado de pescado en sus distintos niveles de inclusión.

Los animales control y experimentales restantes fueron alimentados con una dieta base sorgo-soya hasta que alcanzaron 105 Kg luego se sacrificaron y evaluaron los parámetros anteriormente señalados. Para esta segunda etapa se tomaron muestras de 3 animales para el estudio histológico de cada grupo experimental y 2 del control.

Los resultados se analizaron mediante los métodos estadísticos de T de Student y análisis de varianza factorial $A \times B \times C$ aleatorio y prueba múltiple de Duncan, a un nivel de significancia del 0.05.

RESULTADOS

Para la realización del presente trabajo se utilizaron 22 cerdos con un peso inicial de 37.567 Kg, los pesos corporales finales y del tracto gastrointestinal (TGI), no presentaron diferencias estadísticas en ninguna de las fases experimentales (Cuadro No. 2).

ESTUDIO DESCRIPTIVO.

Al observar las laminillas correspondientes a los tejidos de los animales sacrificados al finalizar la primera etapa experimental se encontró una diferencia importante en la organización estructural algunas regiones estudiadas (duodeno, yeyuno), en comparación con los tejido control.

Las diferencias observadas desaparecieron en los tejidos de los animales de la segunda etapa experimental.

En terminos generales el fenómeno se identifico por un menor grado de desarrollo de las distintas estructuras que componen la pared gastrointestinal, al parecer se produjo una involución del arreglo celular por efecto de la suplementación con ensilaje de pescado, esto fue claro cuando se pudo establecer una relación directa entre lo palpable de los cambios producidos (particularmente a nivel del epitelio superficial) y el porcentaje de sustitucion de alimento convencional por silo de pescado. Dicho cambio consiste en un incremento notable de descamación epitelial, ya que en el borde libre aparecio material compuesto por agregados de celulas en necrosis .

Además se manifestó una respuesta celular segmental decreciente del intestino delgado al grueso, en un mismo cerdo se observaron los cambios más evidentes en duodeno y los menos notables en el ileón, sin que hubiera ningún tipo de manifestaciones en el ciego y colon.

A pesar de que al principio se observaron distintos grados de modificaciones tisulares entre los grupos experimentales de la primera etapa, cuando se analizaron las mismas regiones al finalizar la segunda etapa durante la cual se suprimió el ensilado de pescado, no hubo diferencias entre los tejidos provenientes de los grupos experimentales y el control.

En las distintas capas estudiadas de la pared intestinal los mayores cambios se hicieron evidentes en la mucosa por una disminución en el tamaño de las vellosidades, estas anomalías estuvieron acompañadas por cambios más discretos en la submucosa, sin que en la muscular se manifestaran alteraciones importantes.

A través del estudio no se observaron cambios en la apariencia celular individual de las distintas estirpes celulares que se diferenciaron claramente las técnicas empleadas; células caliciformes, columnares y figuras mitóticas.

ESTUDIO SEMICUANTITATIVO.

Al analizar el espesor en micrometros de las diferentes capas que conforman la pared intestinal de cerdos alimentados con dieta control y con diferentes niveles de inclusión de ensilado de pescado se encontró que en los animales que recibieron el nivel

del 45%, tanto la mucosa como submucosa presentaron un espesor menor en las tres regiones del intestino delgado. En los grupos experimentales restantes no se encontraron diferencias de espesor atribuibles al porcentaje de ensilado suministrado (Cuadro No. 3).

En el intestino grueso, el menor espesor de mucosa se observó en ciego de animales del grupo control (345 μ m) y aumentó en relación directa con el incremento del porcentaje de inclusión del ensilado (482-562 μ m) mientras que para colon el grupo control presentó el mayor espesor, difiriendo estadísticamente de los cerdos experimentales, pero sin ninguna relación aparente con el consumo de ensilado de pescado (Cuadro No. 3).

Por lo que respecta a la capa muscular, en las tres regiones del intestino delgado y en colon el mayor espesor fue evidente en animales alimentados con el 30% de ensilado. En ciego el grupo control presentó el mayor espesor (429 μ m). (Cuadro No. 3).

Las muestras procedentes de los animales de la segunda etapa experimental (aquellos que recibieron alimento comercial de los 80 a 105 kg de peso) no indicaron una tendencia específica en cuanto al espesor de mucosa y submucosa. En algunas regiones como duodeno, yeyuno y colon, el mayor valor de mucosa pertenece al grupo control. En cambio en la submucosa los promedios menores de espesor se encontraron en los grupos experimentales, sin relación estadística con el nivel de inclusión. En la mayoría de las regiones intestinales, excepto en yeyuno, la muscular del grupo control reveló valores mayores que el de grupos experimentales (Cuadro No. 4).

Al cuantificar la longitud o altura de las vellosidades se observó que, bajo condiciones normales (grupo control), este parámetro aumentó en relación antero-posterior en la primer etapa experimental (Cuadro No.5).

En duodeno la longitud de las vellosidades de los grupos experimentales (442-402 um) fueron mayores estadísticamente al del control(336 um), sin embargo disminuyen con el aumento en el porcentaje de inclusión de ensilado. En yeyuno los valores encontrados señalan un comportamiento azaroso, pero en el grupo 45% se observó la menor altura de vellosidades. Por último para ileón la longitud de las vellosidades decrece en relación directa con el nivel de inclusión del preservado ácido (Cuadro No. 5).

Para la segunda etapa experimental, en las muestras procedentes de animales control se observaron los mayores valores (653-550 um), significativamente diferentes a los grupos experimentales (Cuadro No. 5).

Al determinar el número de vellosidades en muestras procedentes de cerdos de la primer etapa experimental, se apreció un comportamiento semejante en duodeno e ileón, el menor valor fue el del grupo control (4.7 4.8 respectivamente), que resultó estadísticamente significativo a los grupos experimentales siendo el grupo del 45% el que presentó el mayor número de vellosidades (6.5 y 5.6/mm). En cambio para yeyuno no se presentaron diferencias significativas entre animales experimentales y control (Cuadro No. 6).

Para la segunda etapa experimental (al retirar las dietas con ensilaje de pescado), en la mayoría de los grupos experimentales se

notaron valores similares a los del grupo control, excepto en duodeno 30% y en ileon 15%, estos valores fueron los mayores en la region respectiva. No se observó gran variabilidad en este parámetro al retirar las dietas experimentales. (Cuadro No. 6).

Al analizar la profundidad de las criptas intestinales, se observó que en el intestino delgado la mayoría de grupos tienen un valor mayor en relación directa con el porcentaje de inclusión de ensilado de pescado y diferente estadísticamente del grupo control. En cambio para el intestino grueso no se observó un comportamiento homogéneo o con algún patron determinado (Cuadro No. 7).

En la segunda etapa tanto para duodeno, yeyuno y ciego se notó una tendencia similar en ellos, los valores del grupo control fueron menores (29, 24 y 24 μm), estadísticamente a los grupos experimentales. Para las regiones intestinales restantes (ileón y colon) no se manifestaron diferencias importantes (Cuadro No. 7).

Al valorar el número de criptas intestinales por mm de tejido para las muestras provenientes de animales control y experimentales, tanto para la primer y segunda etapa, no fue evidente un comportamiento homogéneo atribuible a los tratamiento, excepto en: yeyuno, primer etapa, donde el menor número de criptas fue el del grupo control y en los experimentales se encontró un aumento en dicho parámetro, ciego, en ambas etapas, donde el menor valor se designo en muestras de animales que recibieron el mayor porcentaje de inclusión de ensilado de pescado y una relación inversa entre el número de criptas y la inclusión de ensilado

(Cuadro No. 8).

Al referirnos al número de mitosis en la primera etapa experimental se encontro qe de la region duodeno a colon en los distintos niveles de inclusión existen diferencias significativas, en relacion al control. Se observó un mayor número de mitosis en los animales que recibieron la dieta control (45.4 a 25 mitosis) y un menor valor significativamente estadístico en los animales que ingirieron el mayor nivel de inclusión de ensilado (17.0 y 8.5 mitosis) (Cuadro 9).

En cambio para la segunda etapa experimental el comportamiento fue azaroso, sin embargo se encontro que el grupo del 15% presentó el menor numero de mitosis y el grupo de 45% los valores mayores, esto último solo en regiones como ileón, ciego y colon (Cuadro 9).

Por último, al cuantificar el número de células columnares y caliciformes, durante la primer etapa, se halló que en duodeno el mayor número de celulas columnares (14.8/30 μ m) correspondió al grupo control, valor diferente estadísticamente de los grupos experimentales (12-11.8). Para las regiones intestinales restantes (yeyuno, ileón y ciego) no se apreciaron diferencias estadísticas por efecto del tratamiento y el valor promedio fue de (13.5). En colon también se encontró que los grupos experimentales de 15% y 45% presentan un valor singnificativamente menor que los del grupo control (14.1), (cuadro No 10).

Por lo que respecta a las células caliciformes, también en duodeno se encontraron las mayores diferencias por efecto del

ensilado de pescado, el grupo control mostró el menor número de células mucosecretoras (0.5/30 μ m) y en los experimentales se observaron valores mayores (1.4-2.2). En yeyuno e ileón no se encontraron diferencias significativas y el valor promedio fue de 1.0. En el intestino grueso se apreció, en forma general, un mayor número de células caliciformes que en el intestino delgado (Cuadro No.10) con escasas diferencias entre los grupos experimentales y el grupo control.

En la segunda etapa experimental se observaron escasas diferencias estadísticas en relación al tratamiento. También en intestino grueso se encontró el mayor número de células caliciformes, en donde el rango fue de 1.6 - 5.4 células por cada 30 μ m. (Cuadro No. 10).

CUADRO No. 2 Pesos corporales y del TGI de cerdo control y experimentales.

ETAPA	GRUPO	TRATAMIENTO % INCLUSION ENSILADO EN LA DIETA	No. DE ANIMALES	PESO PROMEDIO CORPORAL Kg	PESO PROMEDIO TGI Kg
I	1	0	2	83.12 ± 4.41	9.20 ± 1.13
	2	15	3	77.56 ± 1.79	9.00 ± 1.40
	3	30	3	77.60 ± 4.00	8.41 ± 0.90
	4	45	3	80.66 ± 11.55	8.00 ± 0.20
II	5	AC	2	107.90 ± 6.39	8.95 ± 0.77
	6	AC	3	109.66 ± 3.05	10.16 ± 1.20
	7	AC	3	108.33 ± 10.00	9.56 ± 1.15
	8	AC	3	103.00 ± 7.54	8.06 ± 0.80

AC = Alimento comercial o control.

VALORES = Media ± Desviación Estandar

No se encontro diferencia signitfiva 0.05.

CUADRO No. 3 Espesor (um) de las capas intestinales de cerdos alimentados con ensilado de pescado en la primera etapa experimental.

		Duodeno	Yeyuno	Ileon	Ciego	Colon
Control		846 ± 131.8	805 ± 78.7	984 ± 123.9	345 ± 75.0	588 ± 126.6
M	Experimental					
U						
C	15%	1138 * ± 181.7	960 * ± 131.1	983 ± 123.4	482 * ± 59.0	457 * ± 144.2
D						
S	30%	863 ± 122.8	869 ± 247.1	732 * ± 95.5	539 * ± 96.2	396 * ± 155.4
A						
	45%	718 * ± 190.5	609 * ± 94.0	782 * ± 233.0	562 * ± 156.8	434 * ± 73.5
S	Control	120 ± 64.4	60 ± 16.9	121 ± 57.0	151 ± 22.3	101 ± 20.2
U						
B	Experimental					
M						
U	15%	215 * ± 78.9	138 * ± 36.6	124 ± 66.1	118 * ± 30.6	109 ± 31.2
C						
D	30%	142 ± 62.8	163 * ± 29.9	118 ± 59.3	128 ± 54.7	78 * ± 34.8
S						
A	45%	76 * ± 34.5	111 * ± 16.4	109 ± 59.6	873 * ± 17.9	87 * ± 17.9
S	Control	242 ± 128.2	321 ± 149.1	318 ± 36.7	429 ± 75.9	284 ± 31.3
M						
U	Experimental					
S						
C	15%	248 ± 78.1	235 ± 82.7	266 * ± 81.8	377 * ± 65.2	210 * ± 44.8
U						
L	30%	346 * ± 114.6	346 ± 174.7	504 * ± 337.6	382 ± 227.4	347 ± 273.5
A						
R	45%	231 ± 35.4	305 ± 35.8	265 * ± 82.8	270 * ± 63.6	266 ± 61.1

(*) Indica diferencia significativa a un nivel de 0.05.

Valores = Media ± Desviación Estandar.

CUADRO No. 4 Espesor (um) de las capas intestinales de cerdos en la segunda etapa experimental (dieta convencional).

REGION INTESTINAL

		Duodeno	Yeyuno	Ileon	Ciego	Coion
M	Control	942 ± 88.2	946 ± 101.5	889 ± 143.0	445 ± 68.0	494 ± 88.2
U						
C	Experimental	Supresión de ensilado/alimento convencional				
O						
S	Silo 15%/dieta convencional	898 ± 70.3	832 * ± 41.8	788 * ± 77.5	585 * ± 150.4	442 ± 127.6
A						
	Silo 30%/dieta convencional	817 * ± 28.6	814 * ± 68.8	931 ± 166.2	518 * ± 45.1	350 * ± 64.4
	Silo 45%/dieta convencional	819 * ± 77.3	915 ± 145.6	819 ± 122.4	379 * ± 55.2	335 * ± 94.6
S	Control	112 ± 40.2	111 ± 31.0	123 ± 23.1	129 ± 22.3	117 ± 28.6
U						
B	Experimental	Supresión de ensilado/alimento convencional				
M						
U	Silo 15%/dieta convencional	103 ± 39.4	156 * ± 66.3	88 * ± 23.4	110 ± 30.5	144 * ± 24.1
C						
O	Silo 30%/dieta convencional	138 ± 57.3	102 ± 28.5	131 ± 33.4	124 ± 94.6	95 * ± 17.7
S						
A	Silo 45%/dieta convencional	127 ± 52.7	155 * ± 41.1	125 ± 19.5	130 ± 22.6	126 ± 37.4
	Control	540 ± 275.3	515 ± 122.5	771 ± 435.0	477 ± 118.4	433 ± 38.6
M						
U	Experimental	Supresión de ensilado/alimento convencional				
S						
C	Silo 15%/dieta convencional	310 * ± 80.2	338 * ± 81.8	334 * ± 66.0	313 * ± 99.7	324 * ± 72.4
U						
L	Silo 30%/dieta convencional	271 * ± 87.8	257 * ± 40.0	461 * ± 116.7	402 ± 77.8	265 ± 97.4
A						
R	Silo 45%/dieta convencional	312 * ± 53.0	659 * ± 211.7	468 * ± 106.6	445 ± 51.8	337 * ± 115.1

(*) Indica diferencia significativa a un nivel de 0.05.

Valores = Media ± Desviación Estandar.

CUADRO No. 5 Altura de vellosidades (um) en intestino delgado de cerdos control y experimentales.

P	Control	15 %	30 %	45 %
RE	=====			
IT Duodeno	336 ± 31.3	442 * ± 76.0	404 * ± 85.9	402 * ± 70.7
MA	-----			
EP Veyuno	404 ± 87.0	498 * ± 94.9	414 ± 79.3	343 ± 86.9
RA	-----			
Ileon	551 ± 250.3	434 ± 61.5	418 ± 76.5	298 * ± 37.4
=====				
S				
EE Duodeno	653 ± 64.9	564 * ± 88.9	471 * ± 95.6	499 * ± 97.6
GT	-----			
UA Veyuno	634 ± 73.8	334 * ± 41.1	354 * ± 41.9	450 * ± 153.4
NP	-----			
DA				
A Ileon	550 ± 58.4	372 * ± 62.3	428 * ± 84.5	311 * ± 32.4

(*) Indica diferencia significativa a un nivel de 0.05.

Valores = Media ± Desviación Estandar.

Cuadro No. 6 Número de vellosidades/mm de tejido intestinal de cerdos experimental y control.

P	Control	15%	30%	45%
RE				
IT Duodeno	4.7 ± 0.94	5.4 * ± 1.05	6.4 * ± 0.91	6.5 * ± 0.83
MA				
EP Yeyuno	5.8 ± 1.13	5.2 ± 0.70	5.0 ± 1.09	6.3 ± 0.81
RA				
Ileon	4.8 ± 0.42	5.4 * ± 0.99	5.5 * ± 1.45	5.6 * ± 0.72
SE				
EE Duodeno	5.7 ± 1.33	6.0 ± 0.81	6.6 * ± 0.69	5.8 ± 0.91
BT				
UA Yeyuno	6.2 ± 1.03	6.8 ± 1.81	5.7 ± 1.15	5.4 ± 1.34
NP				
DA Ileon				
IA	5.1 ± 1.52	6.2 * ± 0.78	5.4 ± 0.96	6.0 ± 0.47

(*) Indica diferencia significativa a un nivel de 0.05.

Valores = Media ± Desviación Estandar.

Cuadro No. 7 Profundidad de las criptas (um) intestinales de cerdos.

	Control	15 %	30 %	45 %
IP	131.30 ± 112.10	* 38.20 ± 88.90	35.33 ± 85.60	* 39.86 ± 46.00
IRE	124.50 ± 51.00	* 35.66 ± 72.30	* 35.80 ± 84.10	* 37.53 ± 56.50
IT				
IMA	129.70 ± 172.10	28.00 ± 69.20	* 31.93 ± 99.30	33.8 ± 85.00
IEP				
IRA	125.30 ± 29.00	* 37.40 ± 82.00	* 43.06 ± 98.40	* 39.06 ± 130.40
IA				
	131.30 ± 72.50	* 35.06 ± 43.80	* 29.73 ± 45.30	* 30.20 ± 70.30

IS	129.30 ± 71.80	* 38.20 ± 88.90	* 37.00 ± 106.50	* 39.86 ± 46.40
ISE	124.10 ± 59.70	* 33.86 ± 77.60	* 35.53 ± 83.30	* 36.86 ± 63.90
IT				
IUA	130.30 ± 165.40	28.00 ± 69.20	* 34.00 ± 45.90	31.13 ± 110.30
INP				
IDA	124.90 ± 26.00	* 33.73 ± 67.60	* 41.73 ± 103.00	* 36.73 ± 94.30
IA				
	129.20 ± 102.70	* 38.80 ± 50.30	* 29.73 ± 45.70	* 30.20 ± 70.30

(*) Indica diferencia significativa a un nivel de 0.05.

Valores = Media ± Desviación Estandar.

CUADRO No. 8 Número de criptas/mm de tejido intestinal de cerdos.

	Control	15 %	30 %	45 %
IP Duodeno	9.10 ± 3.10	8.26 ± 1.75	*10.13 ± 1.80	* 8.13 ± 2.77
IRE Yeyuno	6.00 ± 1.15	* 8.33 ± 2.63	* 9.46 ± 1.80	* 8.13 ± 3.24
ITA Ileon	7.90 ± 2.96	* 8.00 ± 2.82	*10.06 ± 1.62	* 7.13 ± 1.64
IRA Ciego	7.70 ± 1.05	7.40 ± 1.50	7.20 ± 1.48	* 6.20 ± 1.37
IAColon	9.70 ± 0.82	* 7.80 ± 1.20	*10.20 ± 1.74	* 8.06 ± 1.70

IS Duodeno	10.20 ± 1.61	*11.70 ± 2.05	9.33 ± 1.64	* 6.00 ± 2.26
ISE Yeyuno	10.00 ± 1.69	* 8.70 ± 1.70	9.39 ± 1.64	*6.60 ± 2.06
IUA Ileon	9.80 ± 1.68	9.39 ± 2.11	* 8.00 ± 1.05	*12.40 ± 1.58
IDACiego	7.40 ± 1.26	* 7.00 ± 1.37	* 6.60 ± 1.17	6.50 ± 2.87
IAColon	9.89 ± 1.79	* 7.30 ± 0.83	* 8.70 ± 0.82	* 6.10 ± 2.76

(*) Indica diferencia significativa a un nivel de 0.05.

Valores = Media ± Desviación Estandar.

CUADRO No. 9 Número de mitosis por cada cincuenta criptas
intestinales de cerdos.

	Control	15 %	30 %	45 %	
P R E I T M A E P R A	Duodeno	45.4 ± 19.11	19.3 * ± 6.76	21.9 * ± 8.08	17.0 * ± 11.23
	Yeyuno	39.4 ± 13.56	32.0 ± 16.02	27.3 * ± 8.54	19.0 * ± 7.88
	Ileon	31.9 ± 16.14	30.9 ± 9.69	25.1 ± 11.95	20.6 * ± 14.80
	Ciego	23.9 ± 10.91	14.4 * ± 5.96	20.6 ± 7.70	15.8 * ± 9.39
	Colon	25.0 ± 3.09	19.9 * ± 6.39	17.1 * ± 5.26	8.5 * ± 4.77
S E G T U A N P D A A	Duodeno	27.2 ± 17.22	14.1 * ± 2.33	20.4 ± 7.10	24.0 ± 14.33
	Yeyuno	28.6 ± 10.21	13.2 * ± 5.80	24.4 ± 5.77	27.6 * ± 12.10
	Ileon	21.2 ± 12.5	18.00 ± 9.03	21.4 ± 15.15	46.3 * ± 14.04
	Ciego	23.5 ± 8.30	21.4 ± 14.50	15.4 * ± 7.02	43.2 * ± 15.41
	Colon	32.0 ± 9.96	10.8 * ± 10.32	14.7 * ± 8.36	32.9 * ± 10.54

(*) Indica diferencia significativa a un nivel de 0.05.

Valores = Media ± Desviación Estandar.

CUADRO No. 10 Número de células absortivas y caliciformes/300a del epitelio intestinal de cerdos control y experimentales.

		PRIMER ETAPA		SEGUNDA ETAPA	
Grupos		Columnares	Caliciformes	Columnares	Caliciformes
D	Control	114.8 ± 3.19	0.5 ± 0.70	11.7 ± 4.78	11.9 ± 1.10
D	15%	112.0 * ± 2.37	1.8 * ± 2.24	14.0 ± 1.41	10.7 * ± 0.80
E	30%	111.4 * ± 5.01	2.2 * ± 1.82	14.9 ± 1.52	11.4 ± 1.07
O	45%	111.8 * ± 3.46	1.4 * ± 1.40	14.7 ± 1.49	11.9 ± 1.85
Y	Control	114.3 ± 2.40	1.0 ± 1.63	13.9 ± 1.66	11.6 ± 1.71
E	15%	112.8 ± 1.26	1.2 ± 1.42	13.7 ± 2.00	11.4 ± 1.50
N	30%	113.4 ± 1.80	1.4 ± 1.40	13.9 ± 2.23	11.7 ± 1.41
D	45%	113.4 ± 1.76	1.0 ± 1.00	15.4 ± 1.57	10.1 ± 0.31
I	Control	112.7 ± 1.94	2.0 ± 3.16	13.0 ± 1.94	11.7 ± 1.41
L	15%	113.9 ± 2.34	0.4 ± 0.73	13.0 ± 1.88	10.6 ± 1.26
E	30%	113.2 ± 2.48	1.8 ± 1.69	12.6 ± 1.89	12.1 ± 1.28
N	45%	113.4 ± 1.76	2.3 ± 1.67	13.9 ± 1.44	11.5 ± 1.64
C	Control	113.6 ± 1.83	3.4 ± 2.11	13.2 ± 1.75	11.6 ± 1.71
I	15%	112.7 ± 1.75	2.0 * ± 1.25	14.1 ± 2.02	13.6 ± 2.17
E	30%	112.4 ± 2.06	3.4 ± 1.72	12.3 ± 1.49	11.6 ± 1.57
O	45%	113.6 ± 1.80	2.0 ± 1.94	12.9 ± 1.85	12.1 ± 1.96
C	Control	114.1 ± 1.19	4.7 ± 2.79	13.3 ± 1.49	13.9 ± 1.79
D	15%	113.0 * ± 1.43	2.7 * ± 1.86	13.1 ± 1.85	13.7 ± 1.76
L	30%	113.7 ± 1.43	5.0 ± 1.51	12.8 ± 1.68	15.4 ± 1.42
N	45%	111.9 * ± 1.75	13.13 * ± 2.50	10.2 ± 4.10	14.1 ± 2.37

(*) Indica diferencia significativa a un nivel de 0.05.
Valores = Media ± Desviación Estandar.

DISCUSION

Existe poca información o referencias relacionadas con el presente trabajo, por lo que para estructurar la discusión se recurrió a fuentes más generales (Factores externos, dieta y su relación con el tubo gastrointestinal).

No se encontró diferencias importantes en cuanto al peso corporal y peso TGI por efecto del ensilado de pescado, por lo que suponemos que el estímulo de la dieta no fue suficiente, ni tan drástico como para presentar alteraciones o cambios a este nivel.

En el presente trabajo los resultados para el nivel 45% de ensilado de pescado mostraron un menor espesor en la mucosa y submucosa en las tres regiones del intestino delgado. Lo anterior aparentemente sugiere un disminución en la capacidad de absorción de la mucosa a medida que los animales aumentan de edad, sin embargo se ha comprobado que bajo condiciones normales la estructura de vellosidades se torna mas compleja y presenta una mayor superficie funcional (19). Sin embargo en un trabajo que se realizó sobre el desarrollo ontogénico del intestino delgado de humanos y su relación con el síndrome de mala nutrición o absorción, se encontró que en los pacientes de mayor edad (60-73 años) hubo una reducción significativa en la superficie de la mucosa en comparación con los pacientes jóvenes (16-30 años), lo que representa problemas de absorción intestinal y equivale a un factor de envejecimiento para las células de la mucosa (20).

En algunos estudios se ha demostrado que los componentes de la dieta y su presentación pueden tener diversos efectos sobre los mecanismos reguladores del desarrollo de la mucosa, al comparar una

alimentación de tipo oral-sólida contra una intravenosa en ratas, solo la primera mantiene el desarrollo celular de la mucosa (21). En nuestro trabajo los diferentes niveles de inclusión (modificación en los componentes de la dieta) reflejaron algunos cambios en la estructura de la mucosa y por lo tanto en los mecanismos de digestión y/o absorción .

En el presente estudio al analizar la longitud de las vellosidades de los grupos experimentales se encontró que estos fueron mayores estadísticamente que el grupo control, y que disminuyen con el aumento del porcentaje de inclusión de ensilado. Existe información de que diversos factores pueden alterar o modificar la longitud de las vellosidades:

Por ejemplo, se ha encontrado una respuesta adaptativa a la resección intestinal, que consiste en el aumento de la longitud de vellosidades dando como resultado un cambio significativo en el estado nutricional del animal (cerdo) (22).

Por otra parte también se ha observado una reducción moderada en la longitud vellosidades y cambio en la forma de estas y de los pliegues en pacientes de edad madura o avanzada (20).

Además se han reportado diferencias en el desarrollo de las vellosidades por efecto de la consistencia del alimento, en yeyuno la proliferación de las vellosidades es mayor cuando las ratas ingieren alimento líquido y bajo cuando tiene una consistencia sólida; sin embargo, al comparar la altura de las vellosidades, este parámetro fue mayor en los animales que consumieron alimento sólido (23).

Por otra parte al analizar los efectos de la edad y el

destete (cambio de alimento líquido por sólido) sobre el desarrollo y morfología del intestino delgado de lechones se encontró que las vellosidades son más largas en yeyuno y que esta región presenta cambios más evidentes que otros segmentos intestinales. Sin embargo en nuestro estudio los cambios más importantes se presentaron en duodeno, y en yeyuno en forma secundaria. Se ha reportado que la altura media de las vellosidades del yeyuno de cerdos se modifica por los cambios de dieta. Al destete se presentan cambios en la altura de vellosidades, las cuales se observaron delgadas y alargadas. En el periodo posdestete la altura de las vellosidades se incrementó, sin embargo la morfología no fue la característica, los factores que modularon esta respuesta no se conocen, pero es evidente que los cambios en la dieta juegan un papel importante (24). En nuestra investigación los resultados con respecto a yeyuno no se asemejan a los reportados en la literatura, ya que los valores de longitud de vellosidades muestran un comportamiento azaroso, sin relación aparente con el porcentaje de ensilado suministrado.

En el presente trabajo se encontró que en ileón la longitud de las vellosidades decrece en relación directa con el nivel de inclusión del preservado ácido. Sin embargo, en otros trabajos con ratas alimentadas con dieta líquida y sólida la altura de las vellosidades de esta región no muestra un cambio aparente, independientemente del tipo de dieta suministrada, aunque la proliferación fue mayor en ratas que consumieron alimento líquido.

(23)

En otro trabajo realizado con pectina como parte de la dieta, se encontró que la altura de las vellosidades es semejante en

yeyuno e ileon, pero fue mayor en ratas alimentadas con pectina que en los animales control, por lo que se evidencia que las características de la dieta modifican la mucosa, específicamente en las vellosidades intestinales (25).

En nuestro estudio, específicamente en la segunda etapa, las muestras de cerdos control tienen valores mayores significativamente diferentes a todos los grupos experimentales, lo que hace suponer que aun después de retirar el estímulo de la dieta la organización de las vellosidades requiere de mayor tiempo.

En el presente trabajo tanto para duodeno como ileon de la primera etapa experimental, el número de vellosidades por mm fue menor en el grupo control y estadísticamente mayor en los grupos experimentales, probablemente como respuesta al estímulo del preservado ácido de pescado. En cambio para yeyuno no se encontraron diferencias significativas en el número de vellosidades entre los tratamientos, lo cual no coincide con lo reportado por otros autores. En un estudio donde se analizó la respuesta adaptativa del intestino delgado en cerdos jóvenes al sufrir una anastomosis de un 75% del total de la longitud del intestino, la morfología microscópica fue alterada, ya que se observó un incremento en el tamaño de las vellosidades y una disminución en su densidad (número por superficie). La longitud y diámetro aumentaron proporcionalmente más en los experimentales (es decir, aquellos que sufrieron resección intestinal) que en los control, lo cual concuerda con nuestro trabajo, ya que ante la presencia de estímulos externos se presenta cambios marcados en el

número de vellosidades (22).

Por otra parte en el yeyuno de cerdos destetados se han reportado vellosidades delgadas y alargadas, con pequeños diámetros y por lo tanto mayor densidad. En cambio durante la lactancia la altura de las vellosidades disminuye en relación inversa con la edad, aunque el diámetro fue mayor con un número inversamente proporcional de vellosidades (24).

En pacientes de edad madura se ha reportado que la anchura de las vellosidades esta ligeramente incrementada, sin embargo no fue significativo estadísticamente este hallazgo, lo cual sugiere que la edad influye de la misma manera en los cambios estructurales de las vellosidades(20).

En la segunda etapa, en la cual se retiró el alimento experimental y se proporcionó alimento convencional, no se encontraron diferencias en el número de vellosidades entre los grupos control y experimental (excepto en duodeno 30% y en ileon 15%), probablemente se deba a una capacidad adaptativa de las vellosidades (22).

En un estudio sobre los efectos de la pectina en el intestino delgado de ratas, se encontró que la profundidad de las criptas fue estadísticamente mayor en yeyuno e ileon de animales experimentales que en los animales que no recibieron pectina (25). En nuestro trabajo se encontró, en términos generales, un aumento en la profundidad de las criptas por efectos del ensilado de pescado, lo cual concuerda con otros trabajos.

Al analizar el efecto de las dietas de destete y posdestete en lechones se encontró que al suministrar esta última la profundidad

de criptas disminuye en relación directa con la edad (20).

Al estudiar el número de células columnares y caliciformes se encontró una relación normal de 11:2 semejantes al reportado anteriormente (6,26). El número de células columnares y caliciformes solo fue significativo en la parte proximal del intestino delgado probablemente como respuesta al cambio de dieta suministrada, en el resto de las regiones la relación no presentó diferencias en comparación con el grupo control. En el intestino grueso aumenta el porcentaje de células caliciformes, dato que concuerda con información previa (19).

En otros estudios se han presentado cambios celulares. En un grupo de ratas alimentadas con una dieta a base de trigo con diferentes tamaños de partículas, se encontró que las glándulas duodenales y las células caliciformes desarrollaron una mayor actividad de secreción mucosa en los animales que recibieron el trigo en partículas grandes, probablemente como un efecto protector al tamaño de partícula (27).

Además se ha encontrado que la proporción de células columnares y caliciformes varían con la edad del lechón. En animales de 24h, se encontró un mayor número de células columnares, y a los 21 días de edad las células caliciformes aumentaron en dicha relación. Esta cinética de recambio varía según la región y la edad del lechón (26).

Además de factores como la dieta y edad, algunos fármacos producen cambio en el número y proporción de células columnares y caliciformes (28).

Sin embargo en nuestro estudio no se encontraron efectos severos en cuanto a la proporción de células columnares y caliciformes en relación con el ensilado suministrado.

Por último en cuanto al número de figuras mitóticas se encontró que este valor disminuye en los cerdos alimentados con ensilado de pescado, resultados que no coinciden con la literatura la cual marca que el epitelio intestinal ante diversos factores externos responde con un aumento en la proliferación celular que solo se realiza en la parte basal de las criptas (29).

CONCLUSIONES

1. Los principales cambios por efecto del ensilado de pescado ocurrieron en las regiones proximal y distal del intestino delgado.
2. El preservado ácido de pescado modifico el espesor de la mucosa y submucosa en las tres regiones del intestino delgado a un nivel de inclusión en la dieta del 45%.
3. La longitud de vellosidades se modifico por efecto del preservado ácido.
4. El número de vellosidades por milimetro lineal aumentó tanto en la region proximal como distal del intestino delgado.
5. En el intestino delgado de animales experimentales aumentó la profundidad de criptas.
6. No se presentaron cambios por efecto del ensilado de pescado en el número de criptas.
7. Se modificó la proporción de celulas caliciformes/columnares en el duodeno de animales alimentados con ensilado de pescado.
8. Los resultados de la segunda etapa indican que durante esta se produjo un regreso a la normalidad de la mayoría de los parametros analizados, lo que demuestra el grado de plasticidad intestinal.

BIBLIOGRAFIA

1. Charles k. W. P., (1981) Elementos de anatomia de los cordados Mc Graw-Hill Mexico p. 482-491.
- 2.Figueroado M. A. (1979) Algunos aspectos histológicos del TGI y su relacion los proceso digestivos. Centro de Informacion y Documentacion Agropecuario, Habana Cuba p. 5.
- 3.Dukes S.A., (1981) Fisiologia de los animales domésticos, Tomo 1 Funciones Vegetativas. Editorial Aguilar, Barcelona, p. 446.
4. Schofield G. L., (1968) Anatomy of muscular and neural tissues in the alimentary canal. Handbook of Phisilogy Society. Washington, D. C. 4, Sect 6; p. 1579.
5. Ganong W. F., (1985) Gastrointestinal Function.Review of Medical Phisiology. Lange Medical Publication. Los Altos, California. Twelfth edition, p. 384.
6. Banks W.J., (1986). Histologia Veterinaria Aplicada, Manual Moderno,México, D.F., p.294.
7. Weiss L.; Greep O.R., (1977) The Digestive Tract Histology, Mac Graw Hill Book Company. Fourth edtion p.643.
8. Ham W.A.; Cormach H. D., (1979) The digestive system. Histology,J. Lippincott Company. Eight edition p.645.

9. Svendsen P, Carter A.M., (1984). Introducción a la Fisiología Animal. El Manual Moderno p. 114,115,118.
10. Argenzio R. A., (1984) Digestion, absorption and metabolism. Dukes Physiology of domestic animal Vail-Balow Press. U.S. A. Tenth edition; p. 262.
11. Creame B., (1974) Intestinal structure in relation to absorption. Biomembranes 4A.
12. Escamilla A. L., (1970) El cerdo, su cria y explotación CECSA, Mexico, p. 111.
13. Cunha T. J., (1966) Alimentación del cerdo, Acribia Zaragoza p. 182.
14. Mejia S. R., (1987). Utilización de ensilaje de pescado a tres niveles de suplementación de proteína en la dieta para la producción de carne de cerdo. Universidad de Guadalajara. Facultad de Ciencias Químicas, Tesis Profesional .
15. Gallardo N.Y., (1967) Estudio de metodos para la preparación de ensilaje de pescado. Tesis de licenciatura. Esc. Nal. de Ciencias Biologicas. IPN Mexico, D.F. p. 1-5.
16. Wood J. F., (1980). The preparation of wate-stable fish feeds. 2. The potential for fish silage as fish feed ingredient, Trop Sci

22: 357-361.

17. Tatterson I.N., (1982) Fish Silage-Properties and uses, Anim Feed Sci Technol; 7:153-159.

18. Garcia L. P. M. y Col., (1991) Preparado ácido de pescado para cerdos, Tecnología Aviecuaria. 4, p: 22-32.

19. Albarran R. E., (1986). Proliferación celular en el epitelio del intestino delgado de Sus scrofa en la etapa perinatal. Estudio citoquímico y semicuantitativo de las estirpes celulares. Universidad de Guadalajara. Facultad de Ciencias. Tesis profesional.

20. Warren P.M., Pepperman M.A., (1978). Age changes in small intestinal mucosa, The Lancet : 849-850.

21. Young E.A., Cioletti L. A., (1980) Comparative study of nutritional adaptation to defined formula diets in rats, The Am J o Clin Nutr, USA,33: 2106-2118.

22. Sigalet D.. L., Lees G. M., (1990) The physiology of adaptation to small bowell resection in the pig: an integrated study of morphological and functional change, J Pediatr-Surg, 25: 650-657.

23. Ramzi T., Assad , Gregory L. Eastwood., Relation between villus heigh and epithelial renewal in rats on oral liquid, solid

feeding. 74 (5).

24. Cera K, R., Mahan, D.C., (1988). Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine, Ohio J. Anim. Sci., 66: 574-584.

25. Chun W., Bamba Hosodas., (1989) Effect of pectin a soluble dietary fiber, on functional and morphological parameters of the small intestine in rats, Digestion 42: 22-29.

26. Stoddart R.T., Widdowson E.M., (1976), Changes in the organs of pigs in response to feeding for the first 24 h after birth, Bio, Neonate, 29. p. 18-17.

27. Iatskwskaa A. N., Sukhnov B. P., (1989) Morphological assessment of the activity of mucus-producing structure of the activity of mucus-producing structure of the rat duodenum after administration of varying dispersion Biull-Esksp, Biol. Med. 107: 104-106.

28. Gottfried S., Vine R. S., Wan Y. C., (1986) A quantitative morphological study of the effects of carbenoxolone sodium on duodenal goblet-cells of rat. Gen. Pharmac. 16: 297.

29. Sasser P., Bergeron, M., (1978), Cellular changes in the small intestine epithelium in the course of cell proliferation and maturation. Subcell. Biochem. 5 : 129.